


HEAD SUPPORTING MECHANISM AND INFORMATION RECORDER

Patent Number: JP9265738
Publication date: 1997-10-07
Inventor(s): FUJITA HIROYUKI; NAKAMURA SHIGEO; MIYAMOTO MITSUhide; MORI KENJI
Applicant(s): HITACHI LTD
Requested Patent:  JP9265738
Application Number: JP19960075862 19960329
Priority Number(s):
IPC Classification: G11B21/02 ; G11B21/10 ; G11B21/21
EC Classification:
Equivalents:

Abstract

PROBLEM TO BE SOLVED: To realize an information recorder of a high recording density and more particularly high track density and a head supporting mechanism suitable for the same and to reduce the cost of an information recording and reproducing device by inexpensively producing a suspension.

SOLUTION: Piezoelectric actuators 7 are disposed on both sides of the suspension 3 and are discretely operated to twist the suspension 3. The displacement at the front end portion 8 of the piezoelectric actuators 7 generated to twist the suspension 3 is reduced and the micro-positioning in the track-width direction of a head element 1 is executed. The suspension 3 arranged with the piezoelectric actuators 7 on both sides is batch-produced by a batch process.

Data supplied from the esp@cenet database - 12

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-265738

(43) 公開日 平成9年(1997)10月7日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 1 1 B 21/02	6 0 1		G 1 1 B 21/02	6 0 1 A
21/10			21/10	N
21/21			21/21	C

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平8-75862

(22) 出願日 平成8年(1996)3月29日

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 藤田 博之

東京都港区六本木七丁目22番地1号

(72) 発明者 中村 滋男

神奈川県小田原市国府津2880番地 株式会

社日立製作所ストレージシステム事業部内

(72) 発明者 宮本 光秀

埼玉県比企郡鳩山町赤沼2520番地 株式会

社日立製作所基礎研究所内

(74) 代理人 弁理士 小川 勝男

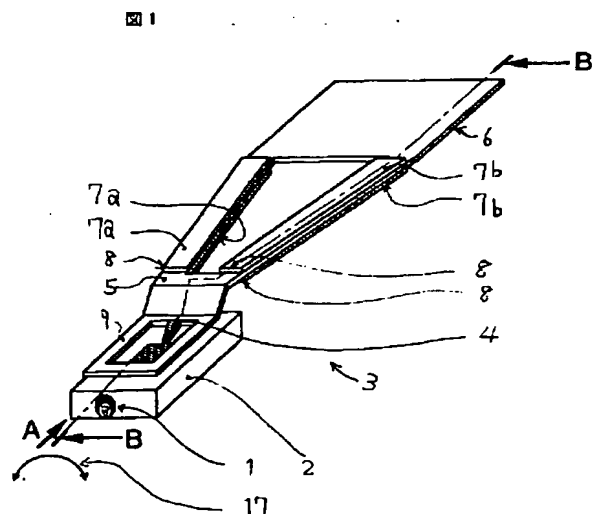
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ヘッド支持機構及び情報記録装置

(57) 【要約】

【課題】 高記録密度、特に高トラック密度の情報記録装置および、それに適したヘッド支持機構を実現する。また、サスペンションを安価に製造し、情報記録再生装置を低価格化する。

【解決手段】 サスペンション3の両脇に圧電アクチュエータ7を配しこれらを別個に動作させてサスペンション3を振じる。サスペンション3を振じらせるために発生させる圧電アクチュエータ7の先端部8の変位を縮小しヘッド素子1のトラック幅方向の微小な位置決めを行う。圧電アクチュエータ7を両脇に配したサスペンション3はバッチプロセスにより、一括で製作する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 ディスク状記録媒体と該記録媒体の記録トラックに対向して配置される記録／再生用ヘッドを具備する情報記録装置において、記録／再生用ヘッドを保持し記録媒体上を滑走または飛行するスライダと、該スライダと当該装置のアクチュエータを接合するヘッド支持機構と、前記スライダとヘッド支持機構のアクチュエータとの接合部とを結ぶ直線を含む平面内の一直線を軸に該ヘッド支持機構の一部または全体をねじる手段と、該ヘッド支持機構のねじり運動により記録／再生用ヘッドのトラック幅方向の微小な位置決めを行う位置決め手段を有することを特徴とする情報記録装置。

【請求項2】 ヘッド支持機構をねじる手段の変位を縮小し記録／再生用ヘッドのトラック幅方向の微小な変位を発生することを特徴とする請求項1記載のヘッド支持機構。

【請求項3】 前記位置決め機構と1本または複数本のヘッド支持機構を搭載する装置の主アクチュエータの位置決め機構とにより2段アクチュエータを構成したことを特徴とする請求項1または2記載の情報記録装置。

【請求項4】 記録／再生用ヘッドを搭載し記録媒体上を滑走または飛行するスライダを保持するヘッド支持機構において、ヘッド支持機構にスライダ浮上面对して上下方向に変位を発生させるアクチュエータをヘッド支持機構の両側端に配し、一方のアクチュエータを動作させるまたは両方のアクチュエータを差動させることにより、ヘッド支持機構のアクチュエータの先端に設けられた部位をスライダとヘッド支持機構のアクチュエータとの接合部とを結ぶ直線を含む平面内の一直線を軸にねじることを特徴とするヘッド支持機構。

【請求項5】 前記アクチュエータを動作させるまたは両方のアクチュエータを差動させることにより、ヘッド支持機構をねじる変位を縮小し記録／再生用ヘッドのトラック幅方向の微小な変位を発生することを特徴とする請求項4記載のヘッド支持機構。

【請求項6】 記録／再生用ヘッドを搭載し記録媒体上を滑走または飛行するスライダを保持するヘッド支持機構において、ヘッド支持機構に記録媒体面に垂直な変位を発生させる手段と、記録媒体面に垂直な変位を記録媒体面に水平な変位に変換する手段とを有し、記録媒体面に水平な変位により記録／再生用ヘッドのトラック幅方向の位置決めを行うことを特徴とするヘッド支持機構。

【請求項7】 ヘッド支持機構に記録媒体面に垂直な変位を発生する手段と、記録媒体面に垂直な変位を記録媒体面に水平な変位に変換する手段とを有し、記録媒体面に水平な変位により記録／再生用ヘッドのトラック幅方向の位置決めを行うヘッド支持機構において、記録媒体面に垂直な変位が記録媒体面に水平な変位に変換される際縮小され、変位発生手段の精度よりトラック幅方向の位置決めを高くしたことを特徴とする請求項6記載のヘッド

支持機構。

【請求項8】 ディスク状記録媒体と該記録媒体の記録トラックに対向して配置される記録／再生用ヘッドを具備する情報記録装置において、請求項4乃至7記載のヘッド支持機構を用い、記録／再生用ヘッドのトラック幅方向の微小な位置決めを行うことを特徴とする情報記録装置。

【請求項9】 ディスク状記録媒体と該記録媒体の記録トラックに対向して配置される記録／再生用ヘッドを具備し、装置の停止時に該記録媒体と該ヘッドが接触した状態である情報記録装置において、請求項4乃至7記載のヘッド支持機構を用い、該装置の該記録媒体回転開始直前に、該ヘッド支持機構を繰返しねじり、該ヘッドと該記録媒体の吸着又は粘着を解除することを特徴とした情報記録装置。

【請求項10】 ヘッド支持機構の繰返しねじる周波数を、該ヘッド支持機構のねじりの固有振動数と略一致させたことを特徴とする請求項9記載の情報記録装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は磁気ディスク装置をはじめとする情報記録装置およびそれらの装置に適用されるヘッド支持機構に関する。特に磁気ディスク装置の高記録密度化を実現するのに最適なヘッド支持機構の構造に関する。

【0002】

【従来の技術】 現在、磁気ディスク装置に適用される磁気ヘッドは、一般にスライダと呼ばれる部位に形成され、磁気ディスク装置は、磁気ディスク上に記録されているサーボ情報を利用し、スライダ上に形成された磁気ヘッドを磁気ディスク上の任意の位置に位置付ける制御を行う。上記のように用いられる磁気ヘッドは、小型化が進み、薄膜で形成されているものもある。薄膜で形成された磁気ヘッドは、大きく二つのタイプがあり、記録／再生兼用の素子からなる磁気ヘッドと、記録素子と再生素子が独立して形成された複合型磁気ヘッドがある。これらの薄膜磁気ヘッドは、通常、基材となりかつヘッド支持機構に保持されるスライダ本体に形成されている。

【0003】 磁気ヘッドを搭載するスライダは、磁気ディスク装置内に設けられたアクチュエータにヘッド支持機構を介し固定され、そのアクチュエータを制御することによって磁気ディスク上の任意の位置に位置付けられており、将来の高記録密度化に対し、磁気ヘッドの高精度な位置決め技術について種々の提案がなされている。

従来技術の一例として日本応用磁気学会誌第18巻4号(1994)、867頁、Fig. 8に示されるものがある。ここには図5に示すようにヘッドスライダ(図示なし)が固定されるヘッド支持機構(サスペンション31)が磁気ディスク装置の粗動アクチュエータ(図示

なし)に対して揺動する構造が記載されている。この論文では、記録密度を上げるために、磁気ディスク装置のトラック密度の向上に着目しており、図5ではヘッドスライダが固定されているヘッド支持機構(サスペンション31)の粗動アクチュエータとの固定部であるヘッドマウントブロック(マウント部61)の回転中心をはさんで一對のプレーナ型ピエゾ素子19を組み込み、それらを差動させることによりヘッド支持機構(サスペンション31)を微小に揺動させ、ヘッド支持機構の先端に固定されたヘッドスライダ及びヘッド素子を微小変位させることができるようにしたものである。プレーナ型ピエゾ素子19は大きな変位を発生することができないが、サスペンション31を中央ヒンジ20中心に微小回転させることにより、プレーナ型ピエゾ素子19の変位をヘッド素子位置では8倍に拡大している。この論文では粗動アクチュエータの位置決めとヘッド支持機構の微小な揺動によるヘッドスライダ及びヘッド素子の微小な位置決めを連動して行うことにより、ヘッド素子のトラック幅方向の位置決め精度が向上し、トラック密度を高くできると記載されている。また、この位置決め機構は、サスペンション31、マウント部61、プレーナ型ピエゾ素子19が別々に形成された後、組み立てられたことが図5から容易に推察できる。

【0004】さらに日本応用磁気学会誌第18巻4号(1994)、866~867頁、Fig. 7, 11にはこの他に、ヘッド素子のトラック幅方向の位置決め精度を向上し、トラック密度を高くするために、ヘッド素子の微小な位置決めを行う他の手段を設けアクチュエータと連動して位置決めすること及びヘッド素子の微小な位置決め機構が記載されている。

【0005】情報記録装置の高記録密度化を実現する手段としては、前述の磁気ヘッドの高精度位置決めの他に磁気ヘッドの浮上量を低下させ、磁気ディスクの周方向の記録密度を向上させることも極めて重要である。磁気ヘッドの低浮上量を実現する手段の一つとして磁気ディスクの表面粗さを小さくする方法が一般的にとられている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】上記従来例ではいずれの構造においても、ヘッド素子の変位はアクチュエータの変位をそのままかまたは拡大して伝えており、ヘッド素子の位置決め精度はアクチュエータの精度またはそれ以下になってしまい、十分な精度が出せないという問題点がある。

【0007】また、詳細な記述はなされていないが、図や説明文に記載されているアクチュエータおよびヘッド支持機構の構造から、ピエゾ素子とヘッド支持機構本体またはガイドアームからなるヘッド微小位置決め機構は、これらの部品を組み立てることにより作製されていると推測できる。ところが、磁気ディスク装置の場合、

高記録密度化が進むに従いヘッド支持機構は小形化が進み、組み立てによる構造の作製が困難になってくるといふ問題点が発生する。

【0008】さらに、ピエゾ素子は一般に発生変位/素子サイズが小さく、前述の図面を用いて説明した公知例においても、ピエゾ素子の発生変位を8倍に拡大しているにもかかわらず、4.6 μ mの変位を発生するのに約5mmの長さのピエゾ素子を必要としており、記録媒体面と水平方向に発生する変位をそのまま磁気ヘッドの変位に用いたのではアクチュエータサイズが大きくなるという問題点も発生する。磁気ディスクの表面粗さを小さくすることについても問題点がある。磁気ディスク装置は装置停止時に磁気ディスクとスライダが接触しており、磁気ディスク回転に伴う空気流の発生により浮上するのが一般である。ところが、磁気ディスクの表面粗さを小さくすると磁気ディスクとスライダとが吸着または粘着を発生し、磁気ディスク回転開始時のトルクが大きくなるという問題点が発生する。ところが、公知例においてはこの問題を解決する手段について言及がなされていない。

【0009】そこで、本発明の目的は、ヘッド素子の位置決め精度を十分に出せ、磁気ディスクの表面粗さを小さくすることによる磁気ディスクとスライダとの吸着または粘着減少を防ぎ、小型化したヘッド支持機構を実現することである。さらに、このようなヘッド支持機構を適用することにより高記録密度の情報記録装置を実現することである。

【0010】

【課題を解決するための手段】位置決め精度をあげる必要があるという問題点については、大きなストロークを稼げるアクチュエータを駆動源とし、変位縮小機構によりヘッド素子を保持する部位を駆動させる。具体的には、ヘッド支持機構の両脇にアクチュエータを配し、その両方を差動させるか、一方を動作させることによりヘッド支持機構をねじる。ヘッド素子をねじりの中心軸を通り、ねじりの中心軸とアクチュエータの作用点とを結ぶ線上付近に配し、アクチュエータとねじりの中心軸との距離をねじりの中心軸とヘッド素子との距離より大きくする。

【0011】組み立てによる構造の作製が困難になってくるといふ問題点については、ヘッド支持機構作製時に素子を微小に位置決めする手段を一括して作成する。具体的には、前述のヘッド支持機構をねじるアクチュエータを平行平板型の静電アクチュエータや水熱加法によるバイモルフ型アクチュエータなど、バッチプロセスにより一括して作製可能なアクチュエータとする。ヘッド支持機構を半導体製造技術に立脚したマイクロマシーニングなどによるバッチプロセスで作製し、その際アクチュエータも一括で作製する。

【0012】アクチュエータサイズが大きくなるという

問題点については、前記2つの問題点の解決手段に記述のようにヘッド支持機構の構造部をそのまま駆動源の一部として用いると同時に、ヘッド支持機構のねじり動作をヘッド素子の変位に変換する。

【0013】磁気ディスクの表面粗さを小さくすることにより磁気ディスクとスライダとが吸着または粘着が発生し、磁気ディスク回転開始時のトルクが大きくなるという問題点については、磁気ディスクの回転開始直前に、ヘッド支持機構を繰返しねじり、スライダを磁気ディスクから引き剥がす。

【0014】ヘッド素子をねじりの中心軸を通り、ねじりの中心軸とアクチュエータの作用点とを結ぶ線上付近に配し、アクチュエータとねじりの中心軸との距離がねじりの中心軸とヘッド素子との距離より大きいので、ヘッド素子をアクチュエータの動作精度より高い精度で動作させることができる。さらに、このアクチュエータを光ディスク装置のような2段アクチュエータの微動アクチュエータに用いることにより、高い記録密度をもつ磁気ディスク装置を実現できる。

【0015】また、ヘッド支持機構を従来の複数の部品を組立てることにより作製するのではなく、半導体製造技術に立脚したマイクロマシーニングなどによるバッチプロセスで一括して作製するので、アクチュエータがヘッド支持機構に付帯し構造が複雑になっても容易にヘッド支持機構を実現できる。また、同様にヘッド支持機構が小形化されても、容易に作製できる。

【0016】さらに、上記により実現されるヘッド支持機構は、その構造故、本来のサイズを越えることはない。

【0017】加えて、上記により実現されるヘッド支持機構を磁気ディスクの回転開始直前に繰返しねじり、スライダを磁気ディスクから引き剥がすことにより、粘着や吸着が解除され、スライダと磁気ディスク間の摩擦係数が小さくなり、磁気ディスクの回転開始時のトルクも小さくなる。

【0018】

【発明の実施の形態】以下、本発明について図面を用いて説明する。

【0019】図1は本発明の一実施例を示したヘッド支持機構の斜視図であり、図2は図1をA方向から見た動作説明図である。ヘッド支持機構はヘッド素子1を搭載し回転または走行する記録媒体上を飛行または滑走するスライダ2とそれを支持するサスペンション3およびヘッド素子1と情報記録装置の記録再生回路を電気的に接合する信号系(図示なし)により構成され、その一部または全体が一体で形成される。信号系はリード線やサスペンション3上に直接または間接的に配されたプリント回路により構成される。サスペンション3は、スライダ2が記録媒体上の垂直方向(図中の上下方向)の変動に追従できかつ記録媒体上の水平方向(図中の左右方向)

に精密に位置決めできるよう剛性のバランスをとってスライダ2を保持するジンバル部4(図中斜線範囲)、このジンバル部4を介しスライダ2に図中下方向に加重を与えるロードアーム部5、ロードアーム部5を情報記録装置の粗動アクチュエータに結合するマウント部6より構成され、これらの部位が一体または個別に形成されている。ロードアーム部5の両脇には先端が図中の上下方向に動作するバイモルフ型の圧電アクチュエータ7が配されている。

【0020】ロードアーム部5の両脇の圧電アクチュエータ7は差動するように制御する。すなわち、図中左側の圧電アクチュエータ7aの先端が図中下方向に動くと同時に、図中右側の圧電アクチュエータ7bの先端が図中上方向に動くというようにサスペンション3の両端に配された圧電アクチュエータ7a、7bが別個に動作する。すると、圧電アクチュエータ7の先端部8は右上上がりに傾く。圧電アクチュエータ7の先端部8とジンバル部4の保持部9に段差を設けておくと、ジンバル部4の保持部9は圧電アクチュエータ7の先端部8と平行に右上上がりに傾くと同時に右側に移動し、それに連なりジンバル部4、スライダ2、ヘッド素子1も右側に移動する。ジンバル部4のロール方向17の剛性はスライダ2と媒体間の媒体面に垂直方向の空気膜剛性に比べ、通常 $1/1000$ から $1/2000$ と十分柔らかくしているため、ジンバル部4の保持部9が傾いてもスライダ2の取り付け面10は傾かず、スライダ2の姿勢にほとんど影響しない。以下に実施例を定量的に示す。左側の圧電アクチュエータ7aの先端と右側の圧電アクチュエータ7bの先端間の距離を2mm、圧電アクチュエータ7の先端部8とジンバル部4の保持部9の段差を0.2mmとしたとき、圧電アクチュエータ7の先端が $\pm 5\mu\text{m}$ 動作するとき、圧電アクチュエータ7の先端部8およびジンバル部4の保持部9は ± 0.29 度傾き、それに連なりジンバル部4、スライダ2、ヘッド素子1は図中の水平方向に $\pm 1\mu\text{m}$ 動く。スライダ2の傾きは、ジンバル部4のロール方向17の剛性とスライダ2と媒体間の媒体面に垂直方向の空気膜剛性の比が $1/1500$ の場合、 $\pm 2.9/1500$ 度であり、スライダ2の幅が1mmのピコスライダの場合、スライダ2の端での浮上量の変化はわずか、1.7nmである。また、素子1が搭載されているスライダ2の中央部の浮上量変化は1nm以下である。なお、この場合のヘッド素子1の移動距離11は圧電アクチュエータ7の動作距離の $1/5$ であり、精度は5倍である。

【0021】サスペンション3の製造方法の一例を図面を用いて説明する。図3は図1のB-B断面図のプロセスチャートである。以下、順を追って説明する。母材12を成形する(図3(a))。母材12の材料がシリコンの場合はウェットまたはドライエッチングで、材料がステレンレス材の場合はエッチングまたはレーザー加工

またはプレスにより外形をくり抜いた後プレス成形する。次に母材12に絶縁膜13を形成する(図3(b))。母材12の材料がシリコンの場合は熱酸化、または窒化シリコン、酸化シリコンをたい積する。母材12の材料がステンレス材の場合はポリイミドを塗布し、焼固める。TiスパッタによりTi膜14を形成する(図3(c))。シャドウマスク法またはリフトオフ法により、チタン酸ジルコン酸鉛を、成長させたい領域にだけTi膜14をつける。さらにこの上に水熱加法によりチタン酸ジルコン酸鉛膜15を成長させる(図3(d))。水熱加法によるチタン酸ジルコン酸鉛膜15を成長させる方法は、例えば、FC Report 13(1995) No8の214頁図1に記載されている。めっきなどにより、配線16を形成する(図3(e))。以上でサスペンション3が完成する。

【0022】以上で説明した微動アクチュエータ付きヘッド支持機構21を磁気ディスク装置に搭載した例を、図面を用いて説明する。図4は微動アクチュエータ付きヘッド支持機構21を用いた磁気ディスク装置の機構部のエンクロージャ22内部を示した斜視図である。ヘッド素子1は微動アクチュエータ付きヘッド支持機構21および粗動アクチュエータ23により情報記録媒体24上の任意の位置に位置決めされる。粗動アクチュエータ23は、一般の磁気ディスク装置に多用されているボイス・コイル・モータ25により駆動される。微動アクチュエータ付きヘッド支持機構21の微動アクチュエータおよび粗動アクチュエータ23の制御は、例えば光ディスク装置の2段サーボ方式と同様に行えばよい。

【0023】以上の通り本実施例では、2段サーボ用のアクチュエータを構成でき、情報記録装置のヘッド素子1の位置決め精度を高精度にでき、情報記録装置の記録密度を向上できるという効果がある。本実施例においてはさらに、ヘッド素子1の水平方向の変位は圧電アクチュエータ7の上方向の変位が5分の1に縮小されているので、圧電アクチュエータ7の5倍の精度でヘッド素子1の位置決めが可能であり、公知例に比べて高い位置決め精度が実現でき、情報記録装置の記録密度を大幅に向上できるという効果がある。また、サスペンション3をバッチプロセスにより一括して生産できるので、安価なヘッド支持機構を実現できるという効果もある。

【0024】以上、磁気ディスク装置について記載したが、SNOMやAFM(原子間力顕微鏡)をエンハンスした形態の情報記録装置についても本実施例と同様の構造をとることにより、2段サーボ用アクチュエータを構成でき、本実施例と同様な効果を得ることができる。

【0025】以上においては本実施例におけるヘッド素子1の位置決めについて説明を行ったが、次に記録媒体24の回転開始時における、記録媒体24とスライダ2との粘着解除について説明をする。図4の磁気ディスク装置において、記録媒体24が回転しないときスライダ

2は記録媒体24に接触している。そのため、ある程度長時間わたって、記録媒体24を停止しておくと、記録媒体24とスライダ2が粘着又は吸着を起こす。粘着又は吸着が発生した状態で記録媒体24を回転させようとすると多大なトルクが必要となり、記録媒体24を電磁モータ回転させる場合には多大な電力が必要となる。また、電力が不足した場合には記録媒体24が回転しないこともありうる。このような問題点を解決するため、記録媒体24の回転開始直前にサスペンション3を前述の駆動原理で繰り返しねじる。サスペンション3をねじることにより、図1に示すようにスライダ2にロール方向17の力が加わり、記録媒体24からわずかに剥がれようとする。その動作を繰り返し行う事によりスライダ2は記録媒体24から剥がれる。いったんスライダ2と記録媒体24を剥がすと、両者の間の摩擦係数は小さくなるので、記録媒体24を回転させるときに必要なトルクが小さくなる。サスペンション3のねじりの繰り返しの周波数はサスペンション3のねじの固有振動数と一致させると、圧電アクチュエータ7の入力電圧に対するスライダ2を記録媒体24から引き剥がす力の比を大きくすることができる。

【0026】

【発明の効果】本発明のヘッド支持機構によると、圧電アクチュエータ7の精度より高い精度でヘッド素子1の位置決めが可能であり、ヘッド素子の位置決め精度を十分にさせる。そこで、従来の2段アクチュエータの微動アクチュエータより高い精度でヘッド素子1の位置決めを行うことが可能である。

【0027】本発明の情報記録装置によると、情報記録装置のトラック幅方向の記録密度を向上できる。また、高記録密度の情報記録装置を実現できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例を示したヘッド支持機構の斜視図である。

【図2】図1をA方向から見た動作説明図である。

【図3】図1のB-B断面図のプロセスチャートである。

【図4】本発明におけるヘッド支持機構を用いた磁気ディスク装置の斜視図である。

【図5】従来例であるヘッド支持機構を示す図である。

【符号の説明】

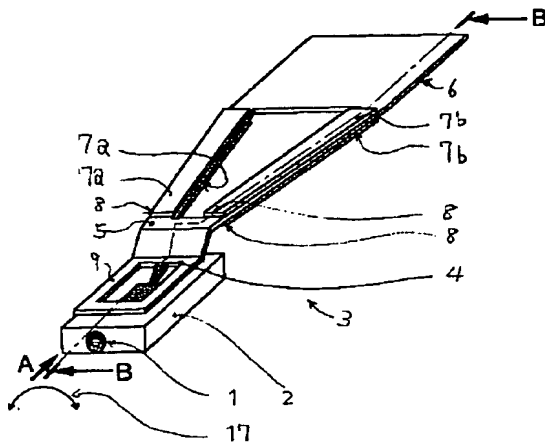
- 1…ヘッド素子
- 2…スライダ
- 3、31…サスペンション
- 4…ジンバル部
- 5…ロードアーム部
- 6、61…マウント部
- 7…圧電アクチュエータ
- 8…圧電アクチュエータの先端部
- 9…ジンバル部の保持部

- 10…スライダ取付け面
 11…ヘッド素子の移動距離
 12…母材
 13…絶縁膜
 14…Ti膜
 15…PZT膜

- 16…配線
 17…ロール方向
 22…エンクロージャ
 23…微動アクチュエータ
 24…記録媒体
 25…ボイス・コイル・モータ

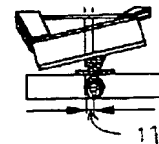
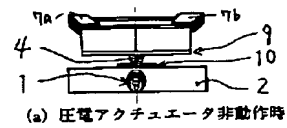
【図1】

図1



【図2】

図2

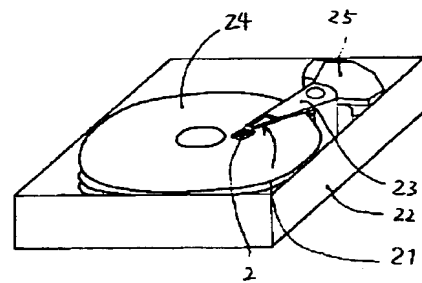
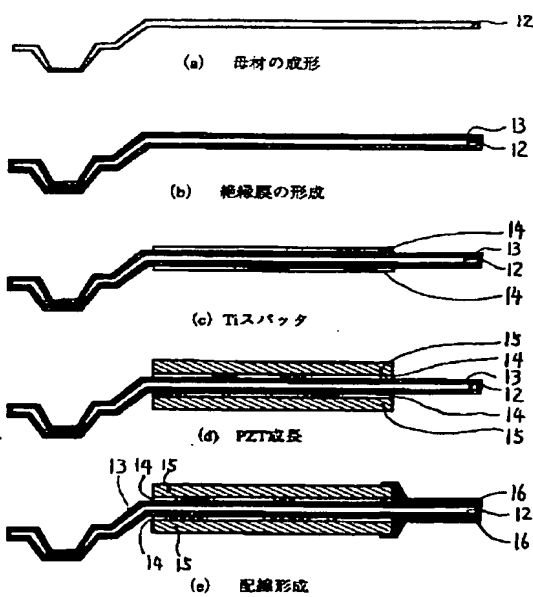


【図4】

図4

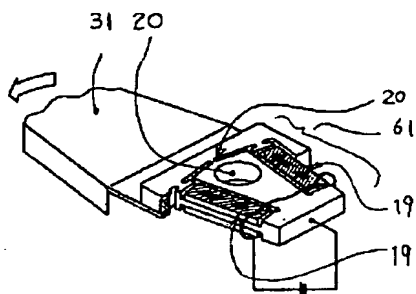
【図3】

図3



【図5】

図5



フロントページの続き

(72)発明者 森 健次

神奈川県小田原市国府津2880番地 株式会
社日立製作所ストレージシステム事業部内

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.